

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ СЛОЖНЫХ СВАРНЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ТОНКОСТЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

**Малакей А.Н.¹, Рикун О.Н.², Шаталов О.Е.³, Головченко В.И.⁴,
Ткачук А.В.⁵, Борисенко С.В.⁵, Киричук Д.В.⁵**

¹*ГП «Завод им. Малышева», г. Харьков,*

²*Национальная академия Национальной гвардии Украины, г. Харьков,*

³*НАСВ имени гетмана Петра Сагайдачного, г. Львов,*

⁴*НТК ЧАО «АзовЭлектроСталь», г. Мариуполь,*

⁵*Национальный технический университет*

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Широкий класс ответственных элементов машин, сооружений и оборудования представляет собой сложные сварные пространственные тонкостенные конструкции. Это, например, емкости для хранения и перевозки топлива, газа или нефтепродуктов, рамы ветроэнергетических установок большой единичной мощности, бронекорпуса легкобронированных машин, силовые элементы кранов и перегружателей и т.п. Основным объединяющим проблемным вопросом для этих конструкций является их сложная геометрическая форма в целом, а также сложная форма и большое количество отдельных фрагментов, сваркой которых образуется единый конструктив. Соответственно, при проектных исследованиях данных объектов требуется обосновать их конструктивные схемы и параметры, которые обеспечивают как общую прочность, так и прочность материала сварных швов. Это составляет содержание актуальной и важной научно-практической задачи, решение которой – цель и содержание данной работы.

Исходя из того, что материал свариваемых фрагментов и материал сварочного шва имеют близкие физико-механические, но сильно отличающиеся механические свойства, для решения поставленной задачи предлагается следующий подход. Задача решается в два этапа. На первом этапе строится конечно-элементная модель (КЭМ) объекта, однородная по свойствам материала. Это означает, что внутренние границы конечных элементов (КЭ) могут быть произвольными, в т.ч. – пересекающими сварной шов или его часть. Соответственно, можно производить моделирование напряженно-деформированного состояния на основе тонкостенных 2D или 1D конструктивов, т.е. с применением КЭ типа Shell или Beam. Благодаря такому подходу удастся резко снизить размерность создаваемой КЭМ исследуемого объекта и, соответственно, сроки и стоимость проектных исследований. Но, учитывая наличие сварных швов, на втором этапе оценка прочностных характеристик проводится отдельно для основного материала и материала сварных швов. Естественно, что при этом предполагается, что и основной материал детали, и материал сварного шва находятся в пределах упругой деформации. Для практических случаев это приводит к требованию выполнения ограничения на уровни напряжений в этих частях конструкции. В итоге, применяя предложенный подход, а именно объединяя в «монолит» исследуемый объект на первом этапе и «сепарируя» – на втором, получаем значительную экономию времени численных исследований при сохранении их приемлемой точности.